

Egységes megmérétes – egységes értékelés?

Gondolatok a kémia felvételi feladatok kapcsán

TÓTH ZOLTÁN

Cikkemet vitaidítonak szántam. Örömmel venném, ha a témakörben érintett és tapasztalatokat szerzett középiskolai tanárok és egyetemi oktatók elmondanák véleményüket, észrevételeiket, javaslataikat a számítási feladatok megoldásainak egységes értékelésével és a felvetett tesztesítéssel kapcsolatban. A több mint 10 évvel ezelőtt bevezetett írásbeli felvételi rendszer célja a kémiából felvételiző diákok országosan egységes megmérétese volt. A központilag összeállított feladatsor mind tartalmában, mind műfajában (esszé, feleletválasztásos teszt, relációanalízis, számítási feladat) igen sokoldalúan és széles körben fedte le a középiskolás tananyagot és ebben a tekintetben felülmúlta a matematika, a fizika, sőt a biológia feladatsorokat is. Valószínűleg ennek is köszönhető, hogy az évek során alig változott a feladatlap felépítése. Az egyetlen lényeges változás (az esszéfeladatok számának csökkentése) és az elvárások pontosítása (a cím mellett az esszé vázlatának megadása, a számítási feladatokban a kérdések számának növekedése, a reakcióegyenletek felírásának igénye) mind azzal kapcsolatos, hogy az esszék és a számítási feladatok kidolgozásának értékelése nem tudott megfelelni – nem felelhetett meg – az egységes értékelés követelményének. Márpedig hiába van egységes feladatsor, az egységes megmérétes megbukik az értékelés egységességének hiánya miatt!

Az értékelés egységességének vizsgálata

Felmérések bizonyítják, hogy az ún. nyílt vagy feleletalkotásos feladatok (pl. esszék, számpéldák) értékelése messze nem tekinthető egységesnek. R. Cox, aki történelmi és földrajzi tárgyú esszéket értékeltetett 61 szaktanárral azt találta, hogy az eredeti és a 11 hét múlva újra értékelt dolgozatok osztályzatai között igen gyenge, $R = 0,365$ -es átlagos korreláció volt (1). Tehát ugyanazokat a dolgozatokat, ugyanazok a tanárok másként ítélték meg 11 hét elteltével.

G.P. William azt vizsgálta, hogy mennyire eltérően vagy egységesen értékelik a matematikatanárok a matematikadolgozatokat. Vizsgálatában 100 tanár vett részt, és nem is egy olyan dolgozat volt, amelyet a tanárok egy része 10-20 % közöttire, egy másik része ugyanezen dolgozatokat 90-96 % közöttire értékelte (1).

Lényegében hasonló eredményre vezetett az a felmérés is, amelyben 28 középiskolai tanárral és egyetemi oktatóval értékeltettünk különböző típusú hibákat tartalmazó kémiai feladatmegoldásokat (2). A megoldás elején vétett egyszerű számolási hiba megítélése is igen megosztotta a javítókat (átlagpontoszám: 77,25 – standard deviáció: 16,19 a maximális 100 pontból). Egy nem szokványos, de alapjában véve helyes gondolatmenetre épített, de részleteiben hibás megoldás értékelése 0 és 83 pont között változott (átlagpontoszám: 30,36 – standard deviáció: 23,19)! Ezek a felmérések (és a mindennapi tapasztalatok) azt mutatják, hogy egyáltalán nem megnyugtató az ilyen típusú feladatok megoldásainak értékelése.

Kísérletek az egységes értékelésre

Az értékelés egységesítésének igénye hozta létre az ún. javítókulcsokat. Ezek segítségével történik a felvételi feladatok értékelése is. A már említett felmérésünk (2) során kiderült, hogy a várakozással ellentétben a központilag elkészített javítókulcs nem teszi egységesebbé az értékelést, még azokban az esetekben sem, amikor a feladatmegoldás követi a javítókulcsban részletezett megoldást. (A már említett két hibás megoldás javítókulcs alapján történt értékelés a következő eredményeket adta: átlagok: 74,36 illetve 34,71; standard deviációk: 16,43 illetve 22,15.) Elgondolkodtató a javítókulcs nélküli és a javítókulccsal kapott eredmények közötti szoros korreláció ($R = 0,60 - 0,87$) is. A javító tanárok egyéni megítéléséből adódó különbségek torzító hatását némileg csökkenteni lehet olyan gyakran alkalmazott fogásokkal, hogy egy-egy feladatot azonos személy értékeli, vagy két különböző javító egymástól függetlenül értékeli a megoldásokat, majd egyeztetik a véleményüket és megvitatják azokat az eseteket, amelyekben eltérően? Érték meg a feladatmegoldást.

Első látásra nagyon elegáns és megbízható módszernek tűnt az ún. javítóháló alkalmazása (3). Ezek olyan megoldási hálóak, amelyek egy adott feladat lehetséges (vagy legalábbis a készítő által ismert) megoldásait tartalmazzák feltüntetve a részlépéseket, a különböző megoldási variánsok kapcsolódási, illetve elágazási pontjait és az adható részpontszámokat. Sajnos összetett feladatok esetén az ilyen hálóak meglehetősen kuszává válhatnak, készítésük igen nehéz és sohasem lehet tudni, hogy minden lehetséges variációt sikerült-e bennük figyelembe venni.

A kémiai számítás, mint feleletválasztásos teszt

Úgy tűnik tehát, hogy a kémiai számítások hagyományos, feleletalkotásos feladatként kezelése az értékelés olyan mérték- szubjektivitását hordozza magában, ami megkérdőjelezi az ilyen feladatoknak az egységes megmértetés célját kitűző vizsgarendszerekben való szerepeltetését. Az egységes és gyors értékelést csak a feleletválasztásos feladatok esetén lehet maradéktalanul megvalósítani. Kérdés azonban, hogy van-e lehetőség a kémiai problémamegoldást, ezen belül a kémiai számításokban való jártasságot feleletválasztásos (köznapi néven: teszt) formában mérni?

Egyszerűbb számítási feladatok már eddig is előfordultak a kémia felvételi feladatsortestjei között (4). A számítás helyes végeredményét öt lehetőség közül kellett kiválasztani. Ilyen, ún. végeredmény-típusú tesztek közül álló feladatsort használnak egyes matematikaversenyeken (5) és használunk felvételi előkészítő táborkban a feladatmegoldásban való jártasság gyors mérésére (6). Bár a fokozatosan nehezedő feladatokból felépített teszt sor lehetőséget teremt a példamegoldók megfelelő differenciálására, összetett feladatok esetében a csak a végeredményre vonatkozó teszt nem eléggé árnyaltan méri a példamegoldó tudást.

Összetett feladatok esetén lehetőség van olyan teszt sorozat összeállítására, amely egy adott kémiai számítási feladat megoldásának egyes lépéseire, részeredményeire, elméleti háttérére, esetleg párhuzamos megoldási módszerek kapcsolódási pontjaira vonatkoznak (7,8). Ilyen tesztített feladatsorokat kapnak házi feladatként a felvételi előkészítő tanfolyamainkon részt vevő diákok (9). További lehetőség a számítási feladatoknak ún. koncentrikus teszt sorra alakítása (7,8). Ebben az esetben arról van szó, hogy bizonyos kiindulási feltételek (adatok) ismeretében kell egy adott témakörhöz kapcsolódó tesztet megoldani. Ezt úgy is felfoghatjuk, mint egy közös adatbázison nyugvó, egymástól részben vagy teljesen független feladatsort. Ilyen feldolgozásmódot használunk immár harmadik éve az első és másodéves vegyész- és kémiantár-szakos hallgatók évközi zárthelyi dolgozataiban fizikai kémiából (10). Versenyszintű feladatok hasonló feldolgozására példa egy KÖKÉL-ben megjelent elektrokémiai jellegű számítási feladat (11).

A tesztelés kapcsolatos leggyakoribb ellenérv a véletlen találat eredménytorzító hatása. Ennek minimalizálására számos eljárás ismeretes. Az egyik, a magyarországi

gyakorlatban meglehetősen ismeretlen módszer szerint a pontozási rendszer olyan, hogy a hibás választ pontlevonással bünteti.

A számítási feladatok tesztelésével kapcsolatos legfőbb kifogás az, hogy nem ad lehetőséget a problémamegoldás gondolatmenetének, logikai tisztaságának vizsgálatára. Ezt a csak részben jogos kifogást azzal lehet visszautasítani, hogy a jelenlegi értékelési rendszerek egyikében sem szerepel a gondolatmenet, a logikai tisztaság értékelése, és a javítást végző tanárnak sokszor össze-vissza kuszált, rendezetlen próbálkozásokat kell a javítókulcs szellemében részpontokkal értékelni.

A tesztek formailag sokfélék lehetnek. Leggyakrabban azt a típust használják, amelyben öt lehetőség közül kell az egyetlen helyes, vagy egyetlen hibás választ kiválasztani. Ez a típus kétségkívül nagy mozgásteret enged a teszt készítőjének, viszont az ily módon készített feladatlapok igen terjedelmesek. A másik lehetőség, amikor állításokról kell eldönteni azok igaz vagy hamis voltát. Ezzel az eljárással viszonylag egyszerű és rövid feladatlapok állíthatók össze, de a választások kis száma miatt csak megfelelő pontozási rendszerrel alkalmazható.

Az 1993. évi írásbeli érettségi-felvételi számítási feladatok egy lehetséges tesztelt változata

Végül bemutatom az 1993. évi kémia felvételi feladatsor számítási feladatainak egy lehetséges tesztelt változatát és a javítókulcsot. Terjedelmi okokból igaz-hamis típusú tesztek készítem, és a tesztek megfogalmazásánál igyekeztem tekintettel lenni az eredeti javítókulcs pontozási rendszerére. A tesztekhez készített javítókulcsban most a hamis válaszok mellett zárójelben szerepeltetem az igaz állításnak megfelelő választ is.

V. számítási feladatok

Állapítsa meg a következő feladatokhoz tartozó állítások IGAZ vagy HAMIS voltát! A számszerű eredmények utolsó megadott számjegyében eltérés lehetséges!

Figyelem! A helyes válaszáért 1 pont, a hibás válaszáért –1 pont jár! Ha nem biztos a válaszbán, inkább ne válaszoljon, de semmi esetre se tippeljen!

1. feladat

Etil-alkohol 200 g 6,9 tömeg%-os oldatában az alkoholt mikroorganizmusok által katalizált oxidációban ecetsavvá alakítjuk.

Az állítások:

1. A végbemenő folyamat reakcióegyenlete a következő:



2. A kiindulási oldatban 13,8 g etanol található.

3. Az oxidáció során 0,30 mol ecetsav keletkezik.

4. Az oxidáció során az oldott anyag tömege 9,60 g-mal megnő.

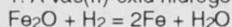
5. A keletkezett oldat ecetsavra nézve 9,0 tömeg%-os.

2. feladat

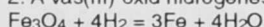
Vas(II)-oxid és vas(III)-oxid keverékét hidrogénnel elemi vassá redukáljuk; ekkor víz távozik el. Ugyanolyan tömegű és összetételű oxidkeveréket levegőn hevítve a keverék egésze vas(III)-oxidá alakul. Az oxidáció során a keverék tömegnövekedése ötöd része a redukálás során tapasztalható tömegcsökkenésnek.

Az állítások:

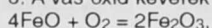
1. A vas(II)-oxid hidrogénes redukációjának reakcióegyenlete:



2. A vas(III)-oxid hidrogénes redukációjának reakcióegyenlete:



3. A vas-oxid-keverék oxidációjakor végbemenő folyamat reakcióegyenlete:



4. A keveréket alkotó két vas-oxid moláris tömegének különbsége 87,8 g-mol.

5. Az oxidáció során felvett oxigén tömege ötöd része a keverékben eredetileg meglévő oxigén tömegének.

6. Ha a keverékben eredetileg x mol vas(II)-oxid volt, akkor az oxidáció során bekövetkező tömegnövekedés: $8,0 \cdot x$ g.

7. Ha a keverékben eredetileg x mol vas(II)-oxid és y mol vas(III)-oxid volt, akkor a redukció során bekövetkező tömegcsökkenés: $(16,0 \cdot x + 4 \cdot 16,0 \cdot y)$ gramm.

8. Az eredeti keverékben a vas(II)-oxid és a vas(III)-oxid molaránya: $x/y = 2/1$.

9. Az eredeti keverékben $(1,111 \cdot \text{szén nagyobb tömeg- vas(III)-oxid volt, mint vas(II)-oxid.}$

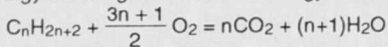
10. A keverék 52,6 tömeg% vas(II)-oxidot tartalmazott.

3. feladat

1. Alkánt levegőfeleslegben tökéletesen elégettünk. A vízgőzt is tartalmazó égéstermékben (= az égetés utáni gázkeverékben) a szén-dioxid és a maradék oxigéngáz mól%-a egyenlő, a nitrogén pedig 75,06 mol%. (A levegő 21 mol% oxigént és 79 mol% nitrogént tartalmaz.)

Az állítások:

Egy alkán égésének általános egyenlete a következő:



2. Az elégetett alkán a hexán volt.

3. 1 mol alkán tökéletes elégetéséhez 5,0 mol oxigéngáz szükséges

4. Az alkánt 37,5 % levegőfeleslegben égettük el.

5. 1 mol alkán égéséhez 23,8 mol levegő szükséges.

6. 1 mol alkán égésekor 3,0 mol oxigéngáz maradt fölöslegben.

7. 1 mol alkánnak levegőfeleslegben való elégetésekor $12,41n + 2,88$ mol égéstermék keletkezik.

8. A nitrogéngáz kiindulási anyagmennyisége $(9,41n + 1,88)$ mol volt.

9. Az égéstermékben a nitrogéngáz kémiai anyagmennyisége az eredetinek 75,06-79,0-szerese lesz.

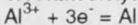
10. A kiindulási levegőben lévő oxigéngáz kémiai anyagmennyisége megadható úgy, mint a keletkezett szén-dioxid kémiai anyagmennyiségének és a keletkezett vízgőz kémiai anyagmennyisége felének az összege.

4. feladat

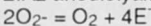
Az alumínium-oxid-oldadék elektrolízise során az anódon keletkező gáz reakcióba lép az anód-szénnel, szén-monoxidot és szén-dioxidot képez. 100 kA-es áramerősséggel és 80%-os áramhatásfokkal elektrolizálva az oldadékot 12,15 kg alumínium keletkezett, és eközben az anódszén tömege 6,00 kg-mal csökkent.

Az állítások:

1. A katód folyamat egyenlete a következő:



2. Az anód folyamat egyenlete a következő:



3. Az elektrolízis 0,452 óráig tartott.

4. A keletkezett alumínium anyagmennyisége 450,0 mol.

5. 100%-os áramhatásfok esetén az elektrolízishez $1,63 \cdot 10^8$ C szükséges.

6. 80%-os áramhasznosítás esetén az elektrolízishez $3,62 \cdot 10^4$ Ah szükséges.

7. Az elektrolízis során az anódon 675 mol oxigéngáz keletkezett.

8. Az elektrolízis során 500,0 mol CO-CO₂ gázelegy képződött.

9. Az elektrolízis során az anódon 325 mol szén-dioxid keletkezett.

10. A keletkezett CO-CO₂ gázelegy 65 mol% szén-monoxidot tartalmazott.

5. feladat

0,507 g nitráló elegyet (tömény kénsav és tömény salétromsav nem vízmentes elegye!) vízzel pontosan 100 cm³-re hígítunk. A savoldat semlegesítéséhez 17,18 cm³ 1,94 tömeg%-os és 1,020 g/cm³ sűrűségű NaOH-oldat szükséges. A semlegesítés után BaCl₂ hozzáadására 0,828 g csapadék válik le az oldatból.

Az állítások

1. A kénsav 1 móljának semlegesítéséhez kétszer annyi nátrium-hidroxid szükséges, mint 1 mol salétromsav semlegesítéséhez.

2. A semlegesítéshez felhasznált nátrium-hidroxid-oldat tömege 16,8 g.

3. A semlegesítés után BaCl₂ hozzáadására levált csapadék Ba(NO₃)₂ volt.

4. A levált csapadék anyagmennyiségéből a nitráló elegy kénsavtartalmára lehet következtetni.

5. A semlegesítéshez felhasznált nátrium-hidroxid-oldatban 0,340 g NaOH volt.

6. A nitráló elegy 8,35 $\cdot 10^{-3}$ mol savat tartalmazott.

7. A nitráló elegyben 3,55 $\cdot 10^{-3}$ mol kénsav volt.

8. A nitráló elegy salétromsavtartalmának közömbösítésére 4,80 $\cdot 10^{-3}$ mol NaOH fogyott.

9. A hígítás után kapott 100 cm³ savoldat tömeg%-os összetétele megegyezik a kiindulási nitráló elegy tömeg%-os összetételével.

10. A nitráló elegyben 0,348 g kénsav volt.

11. A nitráló elegy salétromsavtartalmát megkapjuk, ha az elegy tömegéből kivonjuk a benne lévő kénsav tömegét.

12. A nitráló elegy 17,4 tömeg% salétromsavat tartalmazott.

13. Teljes disszociációt feltételezve a 100 cm^3 hígított savoldat oxóniumion-tartalmára a semlegesítéshez szükséges NaOH anyagmennyiségéből következtethetünk.

14. A hígított savoldat oxóniumion-koncentrációja megegyezik a savkoncentrációval.

15. A hígított savoldat pH-ja 1,07.

Javítókulcs

1. feladat

1. igaz
2. igaz
3. igaz
4. hamis (4,2 g)
5. hamis (8,6 tömeg%)

2. feladat

1. hamis ($\text{FeO} + \text{H}_2 = \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$)
2. hamis ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$)
3. igaz
4. igaz
5. igaz
6. igaz
7. hamis ((16,0 x ! 3-16,0 y) gramm)
8. igaz
9. igaz
10. hamis (47,4 tömeg%)

3. feladat

1. igaz
2. hamis (propán)
3. igaz
4. hamis (60,0 %)
5. igaz
6. igaz
7. igaz
8. igaz
9. hamis (ugyanannyi lesz)
10. hamis (# a maradék oxigéngáz kémiai anyagmennyisége)

4. feladat

1. igaz
 2. hamis ($0^{2-} = \text{O} + 2e^-$)
 3. igaz
 4. igaz
 5. hamis ($1,30 \cdot 10^8 \text{ C}$)
 6. hamis ($4,52 \cdot 10^4 \text{ Ah}$)
 7. hamis (675 mol oxigénatom képződött)
 8. igaz
 9. hamis (175 mol)
 10. igaz
5. feladat
1. igaz
 2. hamis (17,5 g)
 3. hamis (BaSO_4)
 4. igaz
 5. igaz
 6. hamis (ennyi NaOH-dal egyenérték- savat)
 7. igaz
 8. hamis ($1,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$)
 9. hamis (a kénsav és a salétromsav tömeg%-a kisebb, a vízé nagyobb)
 10. igaz
 11. hamis (figyelembe kell venni a víztartalmat is)
 12. igaz
 13. igaz
 14. hamis (annál nagyobb, mivel a kénsav kétbázisú sav)
 15. igaz

Értékelés

helyes válaszonként +1 pont

hibás válaszonként -1 pont

JEGYZET

- (1) *Mojzes János – Cs. Nagy Gábor: Kémiai tantárgypedagógia*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1978. 189. p.
- (2) *Tóth Zoltán – Papp Anna Veronika: A számítási feladatok megoldásainak értékeléséről.* = *Iskolakultúra (Természettudomány)*, 1993-9. 67. p.
- (3) *Dr. Tóth Zoltán: Javaslat számítási feladatok megoldásainak egységes értékelésére.* = *A kémia tanítása*, 1987-1. 10. p.
- (4) *Dr. Tóth Zoltán: Írásbeli felvételi feladatok kémiából (1980-1992).* KLTE Természettudományi Kar, Debrecen, 1992. 18., 26., 31., 38., 48., 52., 56., 69., 88., 89., 116., 123., 129., 130. és 131. oldalak.
- (5) *Dr. Kántor Sándorné: Matematikai versenytesztek I.,* = *A matematika tanítása*, 1988-1. 6. p.
- (6) *Dr. Tóth Zoltán: Gyors eljárás a példamegoldásban való jártasság mérésére.* = *A kémia tanítása (MOZAIK)*, 1993-3. 10. p.
- (7) *Dr. Tóth Zoltán: A számítási feladat, mint feleletválasztásos teszt (Egy lehetőség a számítási feladatok megoldásainak egységes értékelésére).* Poszter. XV. Kémiantanári Konferencia, Kaposvár, 1992. aug. 24-26.
- (8) *Dr. Tóth Zoltán: A számítási feladat, mint feleletválasztásos teszt. Előadás.* Bolyai Nyári Akadémia, Sepsiszentgyörgy, 1993. júl. 19-24., Bessenyei Nyári Akadémia, Nyíregyháza, 1993. aug. 23-27.
- (9) *Dr. Tóth Zoltán: Felvételi előkészítő tanfolyam kémia feladatai.* KLTE, Debrecen, 1992. 20. p.
- (10) *Tanszéki munkaközösség: Feladatbank.* KLTE Fizikai-Kémiai Tanszéke, Debrecen, 1992.
- (11) *Dr. Soltész György: Feladatok mindenkinek.* = *Középiskolai Kémiai Lapok*, 1993-1. B-20. feladat. A szerző köszönetét fejezi ki az Országos Tudományos Kutatási Alapnak a munka anyagi támogatásáért (OTKA T-007062).